

# 混合式应用共享技术的研究

王学力, 陈 新

(福州大学 物理与信息工程学院, 福建 福州 350002)

**摘 要:**应用共享技术是计算机支持协同工作(CSCW)系统中支持同步协作的关键技术之一。文中详细讨论了计算机支持协同工作中应用共享的实现原理,分析了混合式应用共享机制的实现方法。最后,结合笔者目前正在开发的项目给出了在MS Windows平台上实现应用共享的实例。

**关键词:**CSCW;应用共享技术;协同感知

**中图分类号:**TP393.0

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2007)03-0196-04

## Study in Technology of Composite Application Sharing

WANG Xue-li, CHEN Xin

(College of Physics & Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350002, China)

**Abstract:** Application sharing is one of the key technologies that supports synchronous cooperative work in computer supported cooperative work systems(CSCW). In this paper, the mechanism of application sharing is discussed in detail and the implementation of composite application sharing is addressed. Finally, a case of the application sharing which is completed on MS Windows is given in the last section.

**Key words:** CSCW; application-sharing technology; cooperative-perception

### 0 引言

计算机网络环境下应用程序共享概念提出已经有很长的时间了,它的主要目标是在不对单用户应用程序进行修改的前提下,把单用户应用程序应用到网络环境中协同工作。同步协同设计方式是指参加者可以实时地进行交互协同设计<sup>[1]</sup>。这种交互模式下,既要求任何一个用户在共享空间内的操作结果都能及时地反映到其他的客户机上,又要求任何一个用户在共享空间内操作动作都能实时地让其他用户看到。这样,对应用程序的共享也就成为同步协同设计系统中的一个重要组成部分。

### 1 混合式应用共享的原理

应用程序共享功能的使用,可以描述如下:某个用户在一台机器上运行一个应用程序,然后通过应用程序共享功能,使其他用户的计算机屏幕上显示与本地计算机完全相同的应用程序用户界面,并接受来自其他用户对共享应用程序的操作,如键盘输入、鼠标操作

等,回送到正在运行的这个应用程序中,使其做相应的操作。其实现机制按协作时用户系统中单用户应用程序的运行方式,应用共享机制可以分为集中式共享、复制式共享和混合式共享<sup>[2]</sup>。

混合式应用共享方式是将集中式和复制式应用共享方式相结合而形成的,在一个进行混合式应用共享的协作群体内,允许集中和复制两种形式的应用共享机制同时存在,系统可以根据应用程序的需要进行选择。在低带宽网络环境下,由于复制式共享方式传输的只是命令和消息(流量较小),可有效地保证基本的协作功能;在宽带下,因为几乎不用担心带宽的影响,采用集中式共享方式,则可提供复杂的应用,实现全方位的协作。

在协同设计系统中,混合式应用共享的典型运行过程为:由某个用户(即所谓的会议主席)启动共享,并且默认具有共享应用的实际操作权限。其他用户要操作共享应用,必须获得操作权限才能对共享应用进行操作。在集中式应用共享下,共享应用的结点通常默认为主席节点,其他节点看到的只是主席节点共享应用的图形界面,并且对应用的操作也是以消息的形式被送往主席节点进行处理。在处理完成后,主席节点把输出结果以图像的方式分发到各个节点,在集中式和共享式两种方式<sup>[2,3]</sup>下进行协调,这样就形成了混

收稿日期:2006-06-03

作者简介:王学力(1981-),男,福建福州人,硕士研究生,研究方向为网络通信;陈 新,教授,研究生导师,研究方向为生物医学、图像处理与网络通信。



合式应用共享<sup>[4]</sup>的群体,并保障各用户的协作。图1给出的是一种混合应用共享的系统结构。

在上述结构中,各模块的功能如下:

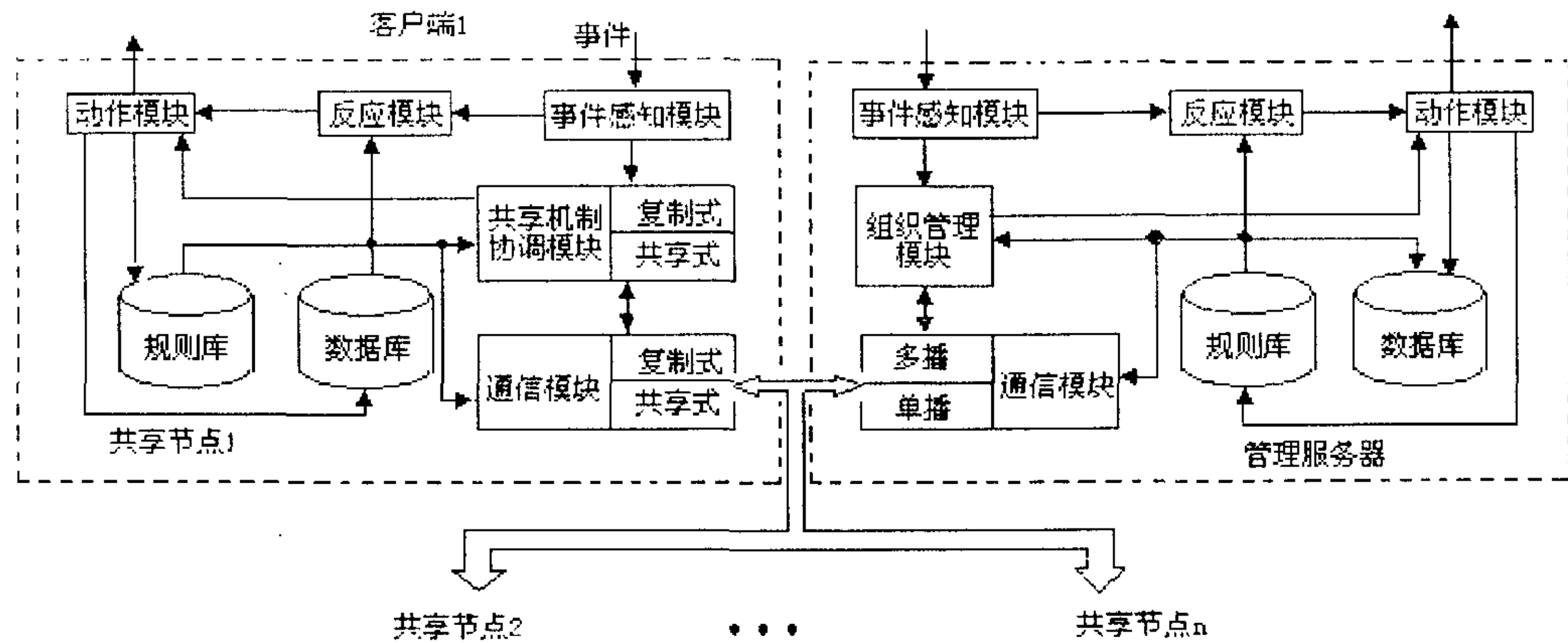


图1 混合式应用共享系统结构图

- 1)事件感知模块。事件感知模块通过对消息的感知,时刻捕捉外部的信息。
- 2)反应模块。当需要对紧急或简单的情况作出迅速反应时,启动反应模块。
- 3)共享机制协调模块。除了紧急或简单的情况,通常事件感知模块感知到的信息将传递给共享机制协调模块,协调模块在接到事件信息后,首先从规则库和数据库中进行信息匹配检索,然后进行信息计算,计算结束后将产生的动作命令传递到动作模块。另外协调模块也负责对其他节点的通信请求、任务承接和冲突消解等进行处理。
- 4)动作模块。动作模块根据反应模块和协调模块的指令执行某种行动。
- 5)通信模块。在各节点之间进行协同,通过通信模块相互传递信息。一般采用基于 Winsock 的通信机制实现节点之间的通信。
- 6)规则库和数据库。规则库的规则是协调和消解冲突的基础,数据库存储本地和其他协作用户的各类数据和共享信息。
- 7)组织管理模块。在管理服务器中,主要用于用户帐号管理和权限信息认证,并负责对其他节点的通信请求、任务承接和冲突消解进行处理。

2 混合式应用共享的改进

2.1 成员协同感知度的改进

(1)客户端信息的感知。

为了实现动态协同感知<sup>[4]</sup>,在服务端和每个客户端的数据库中分别提供感知信息表和感知结果表。这些感知

表存放着所有在线用户当前动态的状态信息,如用户名、网络配置和所处位置等,感知信息经过感知过滤即得到当前用户所能获得的感知结果。

当某个节点的客户端发生事件,其信息感知传递过程可参考图1:节点1的事件感知模块首先接收用户对该事件的操作和处理,经过内部处理以及更新感知表后,然后通过通信模块把所产生的感知结果信息发送给服务端,服

务端接收到这个信息后,就用这些信息去更新该用户在感知表中的信息,并把这些改变的状态发送给相关的其他用户,其他用户收到这些消息后,立即根据感知表刷新在线感知清单上的感知信息,使相关的协作参与者可以实时感知到其他用户的状态变化。

(2)客户端并行协作感的支持。

群体成员的协作感<sup>[5]</sup>是指成员可以同时进行输入操作。互操作的输入方式包括:键盘、鼠标及其他一些特殊输入方式。协作感克服了应用共享中同一时刻只允许一个成员进行输入的缺点。下面是实现成员互操作的方法。

在应用协同的客户端程序中有个缓冲队列,发送和接收两个队列分别用来暂存成员的本机输入事件,包括鼠标、键盘等,然后存入发送队列;触发某热键(如鼠标右键)后将发送队列中的内容发送到其他成员;其他成员收到后存入接收队列,然后屏蔽本机的输入事件,并将接收队列中的消息插入到本机的应用程序消息队列中。如图2所示,user1、user2可以同时输入,

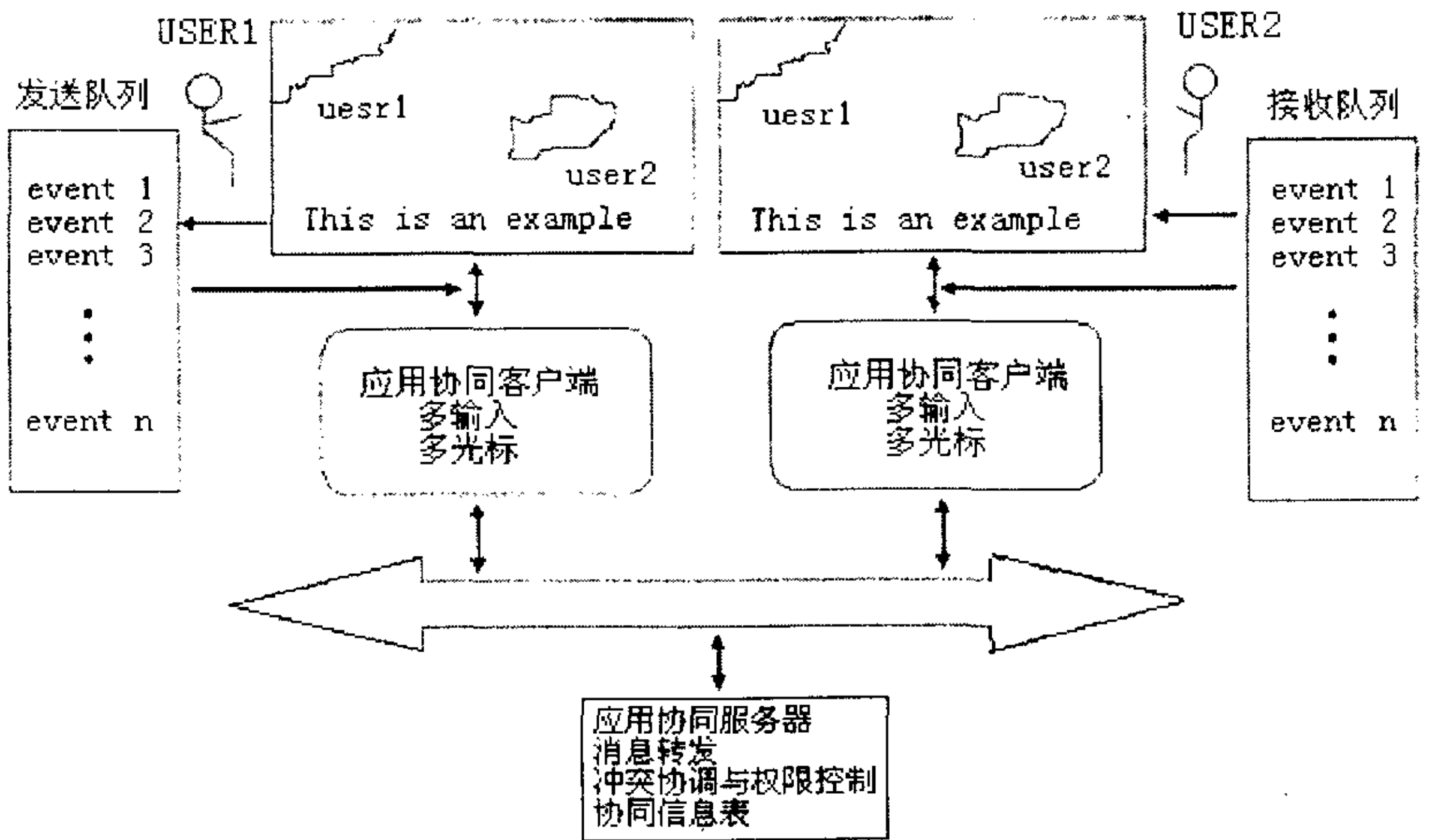


图2 协作群体中成员的多输入队列处理



user1 将自己发送队列中的内容发送到 user2 的接收队列, user2 暂时屏蔽本机输入, 然后将接收队列中的消息发往本机的应用程序消息队列, 再取消屏蔽。

## 2.2 屏幕图像的网上快速传输

在屏幕图像的快速传输方面, 国内外已经获得了大量的研究成果, 这包括各种图像的压缩编码标准、增量传输、流式传输、传送位图和传送绘制函数参数等诸多方法。

### 2.2.1 Windows 下应用共享的几种实现方法

在 Windows 系统中, 无论实现集中式应用共享还是复制式应用共享, 关键都在于如何截获被共享程序对窗口的输出和操作者的输入。输出包含两方面的内容: 通过系统 USER 模块对窗口发送的消息和系统调用 GDI 函数在窗口内显示的图形文字; 输入主要包括键盘和鼠标所产生的事件。

#### 1) 通过截获输出实现应用共享。

Windows 系统中与输出有关的主要部件在设备驱动 API 层、图形函数 API 层和窗口管理 API 层, 因此对输出的截取可以在上述各个层次进行截取, 其中多数系统是在窗口管理 API 层实现输出截取的。

通常情况下, 被共享的应用软件大都是无源代码的软件, 为了实现共享, 必须编写一个监视程序, 驻留在内存中, 负责执行截获应用程序中对上述 DLL 库中函数的调用。在应用程序对 DLL 函数进行调用时获取控制, 依据操作者的意图对截获的信息进行有关处理, 并将处理后的信息发送到各参与者所在的计算机, 然后通过 Windows 系统所提供的有关函数, 对截获的有关事件进行回放; 当然, 对要回放的事件需进行一定的输出控制。

另外, 还可以通过截获被共享应用程序的屏幕显示结果实现共享。在实现时, 应用程序所在的计算机有一个截获机制负责将共享的应用窗口转换成位图信息, 并将位图发送给其他计算机, 其他计算机则有一个显示机制负责将接收到的位图信息显示出来。

因此通过截获输出实现应用共享的方式, 可以分为传送位图和传送绘制函数参数两种类型。位图方式的优点是被共享的窗口界面可以直接在计算机的虚拟窗口再现, 缺点是网络数据传输量比较大。传送绘制函数参数的优点是只传送绘制命令和它所要求的参数, 即网络传输的数据量较小; 缺点是由于大多数绘制函数参数中包含有屏幕坐标位置信息, 此时若不同计算机的软件运行环境不同

时, 可能会造成应用共享的显示界面不一致。

#### 2) 通过截获输入实现应用共享。

在 Windows 环境下, 所有来自键盘、鼠标等的输入事件都被接收下来, 并把它放到相应的应用程序的“消息队列”中, 应用程序本身并不直接从外部输入设备获得操作者输入, 而是当它需要时从消息队列中得到下一个输入消息。首先将消息放到系统队列中, 消息循环模块不断地将消息从队列中取出。利用提供的过滤函数, 在事件到达应用程序之前将其截获, 并在指定的回调函数中进行处理。这样, 可将一个成员的输入事件发送到其他成员, 执行这些事件即可得到相同的结果, 从而实现对应用程序的共享。其缺点是如果两个用户端软环境不同, 可能会造成应用共享的显示界面不一致。

实际系统一般对输入输出都需要进行截获。如前所述及图 2 所示, 对输入事件需要进行多输入处理、过滤和协作控制, 而对输出则需根据网络情况(宽带下采用传输位图方式, 窄带下使用传送绘制函数参数模式)分别处理。对于位图方式, 在网络传输前还需进行分割、比较和压缩。这样根据具体情况而自适应地选择处理, 可以在很大程度上提高协同系统响应速度和实用性。

### 2.2.2 屏幕图像的网上快速传输处理

尽管可以采用以上种种方法来加快协同系统的响应速度, 但毕竟屏幕图像的数据量还是非常大的, 尤其是要在网络中传输。面对大数据量, 必须进行数据压缩。而且在屏幕数据传输中也存在着许多冗余的数据, 因此压缩是可行的。如图 3 所示, 采用增量传输方式可以大大加快传输速度。

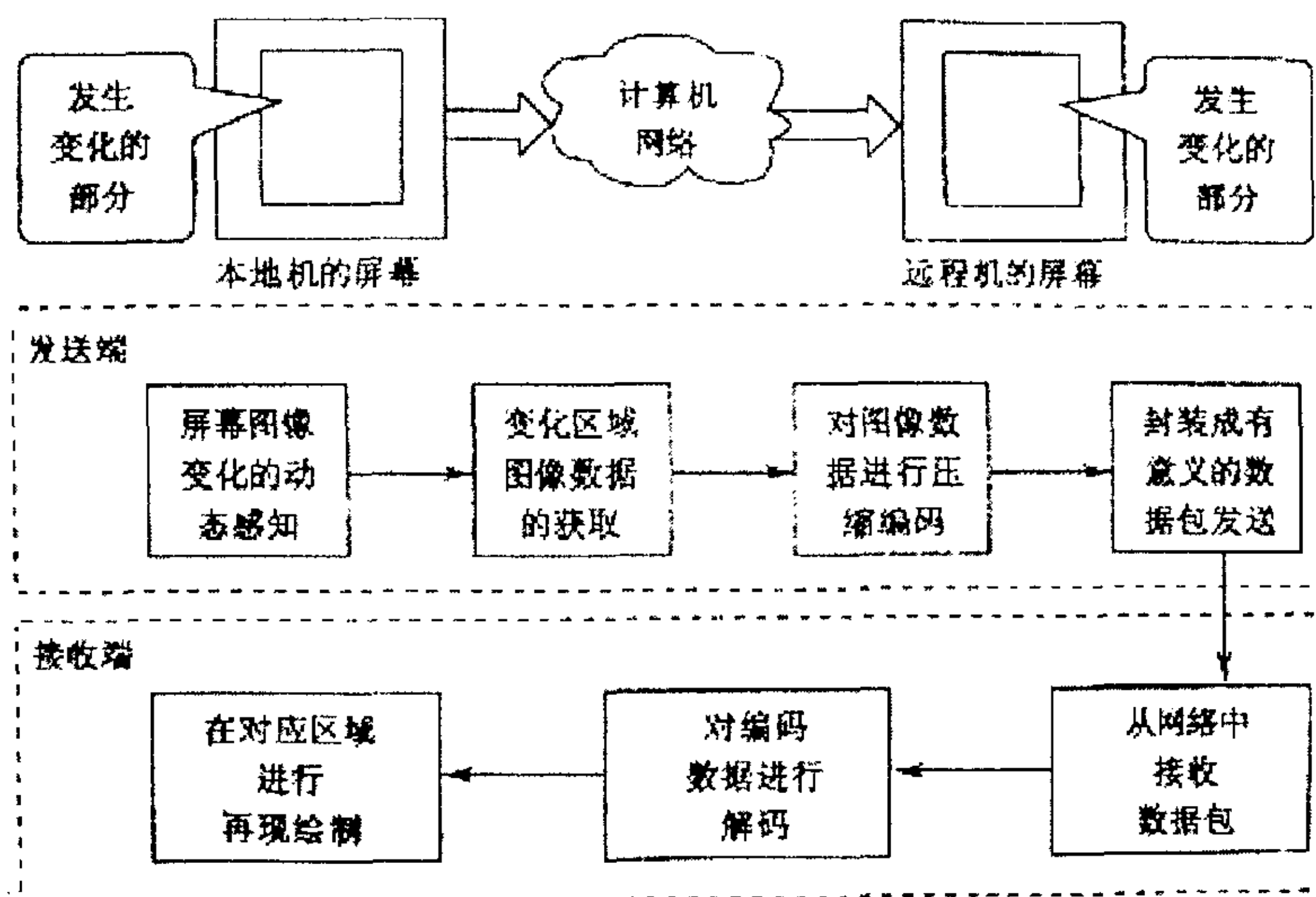


图 3 屏幕图像在网络上的增量传输

首先, 远程屏幕传输中数据存在时间上的相关性。由于远程屏幕传输是一个连续进行的传输系统, 在时



间相关性上表现为前后两屏存在着很大的相关性。

其次,远程屏幕中数据存在空间上的相关性。这表现在一个屏幕数据之内像素间存在很大相关性。对于 Windows 这种基于窗口的操作系统的 GUI 界面,屏幕经常出现一大片颜色相同的背景块和前景块。

最后,屏幕数据在颜色表示上也存在冗余。目前典型显示器的颜色配置有 256 色、16 位色、24 位色和 32 位色。各个不同的颜色深度所需要的数据量是不一样的。颜色深度越大所表示的颜色数越多,但同时所需的数据量也越大。

### 3 混合式应用共享实现的实例

目前笔者的开发项目《基于视频会议技术的实时教学答疑系统》中的数据协同部分,采用混合式应用共享机制,在 MS Windows 平台上实现共享白板、桌面程序共享。微软提供的 Netmeeting 中采用了集中式的共享机制,并且以 COM 对象的方式提供了二次开发的接口,因而选择在 Netmeeting SDK 的基础上进行集中式应用共享的开发工作。另外,由于 MS Windows 平台是基于消息驱动的,所以可通过截获应用操作消息(即共享输入数据)来实现复制式应用。通过设置回调函数 LRESULT CALLBACK JournalRecordProc (int nCode, W PARM wParam, LPARAM lParam)可以实现焦点节点对应用程序操作消息的提取,并把这些操作消息通过 TCP 可靠传输到其它节点,在其它节点上通过设置回调函数 LRESULT CALLBACK JournalPlayProc (int nCode, WPARAM wParam, LPARAM lParam)来对焦点节点的操作消息进行处理,经过本地应用的处理后可产生和焦点节点一致的操作结果。图 4 给出的是实现的系统结构图。

图中共享机制协调控制管理模块负责节点应用共享的机制管理以及对共享机制间的协调管理;NMAApp 负责对基于 Netmeeting SDK 开发的集中式应用程序共享机制进行管理;MSGApp 负责对基于输入消息捕获机制的复制式应用共享机制进行管理。基于混合式应用共享机制开发的这个系统,允许用户根据自己的

实际情况,灵活选择共享机制,并且允许应用共享的后期加入,很好地体现了混合式应用共享机制的优点。

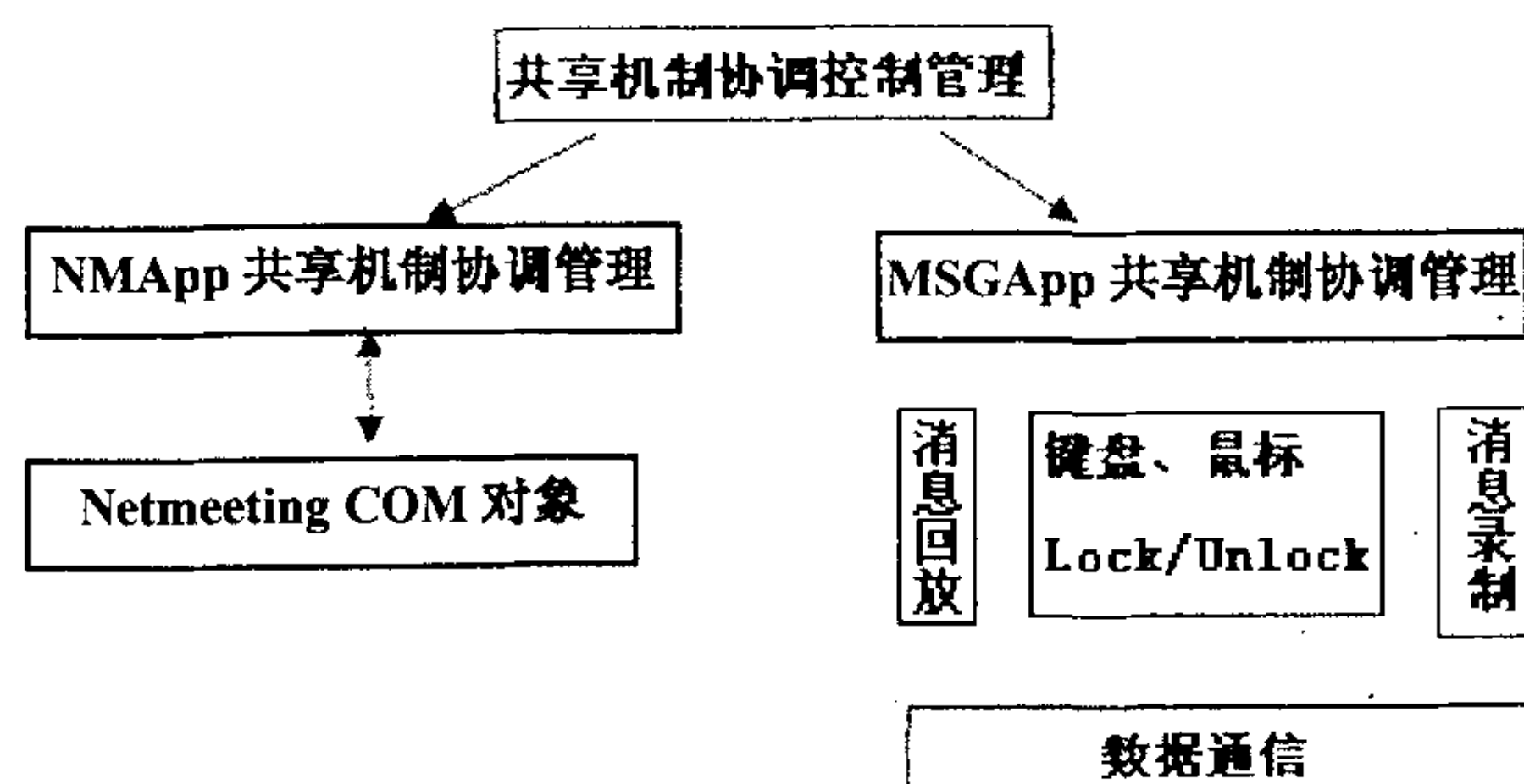


图 4 基于 Netmeeting 的混合式应用共享方式

### 4 结 语

随着通讯技术、计算机技术及其它相关技术的快速发展,CSCW 必将获得更加广泛的应用。而应用共享技术则能将多数用户熟悉的单用户应用不加修改地拓展到网络化的环境中,给需要用单用户程序进行网络化协作的人们提供了一个技术支持平台。混合式应用共享机制在实际应用中则具有更强的适应协作环境的能力,使得用户可以根据自己的实际情况灵活选择应用共享机制进行协同工作。进一步的工作主要集中在对混合式应用共享机制协调控制策略的研究和跨平台实现技术的研究,以便能在实际协作中充分发挥混合式应用共享机制的特点和长处。

#### 参考文献:

- [1] 史美林. 计算机支持的协同工作:概念、技术、应用[M]. 北京:电子工业出版社,1998.
- [2] Jung J H, Yang H S. Window capturing based application sharing under heterogeneous window systems[J]. Computer & Graphics, 1998, 22(2-3): 243-254.
- [3] 张鹏程. 计算机支持协同工作中混合式应用程序共享模型分析[J]. 西安交通大学学报, 2002, 36(6): 596-599.
- [4] 何发智. 基于 CSCW 的 CAD 系统协作支持技术与支持工具研究[D]. 武汉:武汉理工大学, 2000.
- [5] 陈品德. CSCW 系统中共享应用问题剖析[J]. 计算机工程, 1999, 25(5): 15-17.

(上接第 195 页)

#### 参考文献:

- [1] 鲍远律,郭杰华,胡玉锁,等. 基于 Internet 的地理信息系统 (Web GIS)的一种实现方法[J]. 微机发展, 2000, 10(1): 77-80.
- [2] 陈 静,龚健雅,朱欣焰,等. 基于 J2EE 的分布式 Web GIS [J]. 测绘通报, 2004(2): 27-31.
- [3] 王佐成,薛丽霞,汪林林,等. 基于 Java 的 Web GIS 实现

[J]. 计算机工程与应用, 2005(20): 95-98.

- [4] Garrett J J. Ajax: A New Approach to Web Applications[EB/OL]. 2005. <http://adaptivepath.com/publications/essays/archives/000385.php>.
- [5] 岳国华. Servlet 技术在提高 Web 应用客户响应速度中的实现[J]. 计算机应用与软件, 2006, 23(1): 63-66.
- [6] 阮 萍,王 华,郭炳庆. 基于 JavaRMI 的分布式 WebGIS 模型研究[J]. 计算机应用研究, 2005(1): 219-311.